ÜBER DEN

VERLAUF UND DIE ENDIGUNGEN DER SIEBRÖHREN

IN DEN BLÄTTERN.

Inaugural-Dissertation

der

mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Alfred Koch

aus Erfurt.

ACAD
LUGD. BAT.
BIBL.

Mit einer lithographirten Tafel.

1884.

ÜBER DEN VERLAUF UND DIE ENDIGUNGEN DER SIEBRÖHREN IN DEN BLÄTTERN.

Nachdem Th. Hartig die Siebröhren zuerst klar erkannt und in mehreren in den Jahren 1837 bis 1854 erschienenen Arbeiten [1]) beschrieben hatte, wurden die lange angezweifelten Resultate seiner Untersuchungen endlich von Mohl, Nägeli und Hanstein [1]) bestätigt und vermehrt.

Gleich von vornherein war hierbei ausser dem complicirten anatomischen Bau dieser Organe die Frage nach der physiologischen Function derselben der Gegenstand lebhafter Discussion.

Mohl sprach zuerst die Ansicht aus, dass der »absteigende Bildungssaft« seinen Weg durch die Siebröhren nehme und Hanstein, dessen zahlreiche Ringelungsversuche den ersten experimentellen Anhalt zur Entscheidung dieser Frage lieferten, kam zu dem Resultat, dass die Leitung der Bildungsstoffe nur durch die Siebröhren bewerkstelligt werde.

Dagegen führte Sachs [2]) an, dass in den Siebröhren Stärke nur selten und in sehr geringen Quantitäten vorkomme, während sie in bestimmten parenchymatischen Zellschichten in grosser Menge zu finden sei. Hiernach leiten die Siebröhren nur die Eiweissstoffe und das Parenchym die Kohlehydrate.

Durch jene Angabe von Sachs veranlasst, unternahm darauf Briosi [3]) eine Untersuchung der Siebröhren zahlreicher Pflanzen auf Stärke und fand diesen Körper in den genannten Organen sehr verbreitet, wenn auch stets in sehr kleinen Mengen.

Die anatomischen Ergebnisse der angeführten Arbeiten stellte sodann de Bary [4]) zuerst zusammen und fügte dazu die Resultate zahlreicher eigener Untersuchungen. In dieser kritischen Darstellung der bezüglich der Siebröhren festgestellten Thatsachen wird zugleich auf zahlreiche Lücken in der Kenntniss dieser Organe aufmerksam gemacht, unter anderen auch auf die Frage nach den Endigungen der Siebröhren in den Blättern.

[1]) Nähere Litteraturangabe siehe bei de Bary, Vergl. Anatomie. S. 179.

[2]) Sachs, Experimentalphysiologie. S. 381.

[3]) Briosi, Ueber allgemeines Vorkommen von Stärke in den Siebröhren. Bot. Ztg. 1873.

[4]) Vergl. Anatomie.

Seitdem sind diese Organe von verschiedenen Seiten erneuten sehr gründlichen Untersuchungen unterworfen worden.

Zunächst haben Wilhelm [1]) sowohl wie Janczewski [2]) mit grossem Erfolge ihre Aufmerksamkeit der Entwickelungsgeschichte der Siebröhren gewidmet und ausserdem die wechselnde Configuration des Inhaltes und die Verbreitung des Callus ausführlich und gründlich untersucht.

Besonders für die letztere merkwürdige Substanz wurde das Interesse wachgerufen erstens durch den Nachweis, dass der Callus eine wichtige Rolle schon bei der ersten Entstehung der Siebröhren spielt und zweitens durch die von de Bary [3]) zuerst gemachte und dann sowohl von Wilhelm als von Janczewski bestätigte und erweiterte Beobachtung, dass die Siebröhren vieler Sprossaxen im Herbste durch Callus unwegsam gemacht werden, welcher im Frühjahr beim Erwachen der Vegetationsthätigkeit wieder verschwindet.

Die Kenntniss dieser Substanz wurde dann von Russow [4]) weiter gefördert, der unter

[1]) Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates dicotyler Pflanzen. 1880.

[2]) Janczewski, Sur la structure des tubes cribreux. Comptes rendus. T. LXXXVII. Nr. 4.

[3]) de Bary, Vergl. Anatomie. S. 184.

[4]) Russow, Verhalten der Callusplatten gegen Anilinblau und die Vertheilung derselben bei den Gefässpflanzen. Neue dörptsche Ztg. 1881. Referat: Bot. Ztg. 1881.

Benutzung des schon von Wilhelm beobachteten Verhaltens des Callus gegen Anilinfarbstoffe die Verbreitung desselben bei vielen Pflanzen untersuchte.

Ganz neuerdings hat A. Fischer[1]) einen Beitrag zur Siebröhrenlitteratur durch eine Mittheilung geliefert, in der er die Resultate einer erneuten Untersuchung der Siebröhrenvertheilung im Stengel von *Cucurbita Pepo* L. bespricht.

Alle diese seit der Zusammenstellung der über die Siebröhren bekannten Thatsachen durch de Bary wiederum angestellten Untersuchungen beschäftigen sich nur mit den weitesten Siebröhren des Stengels, die für diese Beobachtungen die geeignetsten waren.

In der gesammten mir bekannt gewordenen Litteratur findet sich also keine eingehendere Untersuchung der Siebröhren in den Blättern; die Resultate einiger mehr beiläufiger Beobachtungen stellt de Bary[2]) mit folgenden Worten zusammen.

»Deutlich charakterisirte Siebröhren sind in den stärkeren Bündeln des Laubes, z. B. denen der Blattnerven, allerdings vielfach noch vorhanden; in den letzten Verzweigungsordnungen findet man sie nicht mehr, diese bestehen entweder nur aus Tracheen oder aus solchen und sie begleitenden zarten, gestreckten Zellen, von welchen die Siebröhrenstructur nicht mehr erkennbar ist.«

»Wo und wie die Siebröhren aufhören und endigen, ist bis jetzt nirgends deutlich unterschieden und verdient genauer untersucht zu werden.«

Die Beantwortung dieser hiermit klar ausgesprochenen Frage scheint sowohl in Bezug auf die Anatomie als hinsichtlich der Physiologie der Gefässbündel Interesse zu verdienen. Nach de Bary's Definition[3]) werden Gefässbündel die Stränge genannt, welche wesentlich aus bestimmt geordneten Gruppen von Tracheen und Siebröhren bestehen.

Es war daher die eben erwähnte Erfahrung, dass die letzten Verzweigungsordnungen der »Gefässbündel« in den Blättern keine Siebröhren mehr enthalten, zu prüfen, um festzustellen, wie weit die in den Blättern verlaufenden Stränge noch als nach jener Definition vollständige Gefässbündel bezeichnet werden

[1]) A. Fischer, Das Siebröhrensystem von *Cucurbita*. Vorläufige Mittheilung. Berichte d. d. bot. Ges. 1. Jahrg. Heft 6. S. 276.
[2]) Vergl. Anatomie. S. 386. II.
[3]) Ibid. S. 242 u. 328.

müssen. Zweitens war auch die Natur jener zarten Zellen näher zu untersuchen, die, wie oben angegeben, die letzten Zweige der Stränge mit den Tracheen zusammen in vielen Fällen bilden. Drittens ist schon von verschiedenen Seiten auf die Aehnlichkeit zwischen Milchröhren und Siebröhren in Bezug auf ihre Anordnung und physiologische Function[1]) aufmerksam gemacht worden.

Von den Milchröhren ist bekannt, dass sie sich in ihrem Verlaufe nicht an die Nachbarschaft der Tracheen binden, sondern oft selbständige Bahnen verfolgen, besonders auch in den Blättern[2]). Es scheint daher die Frage gerechtfertigt, ob die Siebröhren den Milchröhren auch hierin ähnlich sind oder ob erstere die Tracheen auch in den Blättern nie verlassen.

Schliesslich schien die Kenntniss des Verlaufes der Siebröhren in den Blättern auch in Beziehung auf die physiologische Function dieser Organe von Interesse zu sein. Auf Grund der bekannten mikrochemischen Reactionen ihres Inhaltes und auf Grund der Ergebnisse der Ringelungsversuche gelten die Siebröhren für die Leitungsbahnen der Eiweissstoffe und die Siebplatten als eine zweckmässige Einrichtung, um die Fortbewegung dieser schwer diffundirenden Stoffe möglichst zu erleichtern.

Dagegen sind bis jetzt nur wenig Thatsachen bekannt, die einen Schluss auf den ersten Entstehungsort der Eiweissstoffe erlauben. Sachs[3]) macht es jedoch wahrscheinlich, dass die Siebröhren selbst dafür zu halten seien. Er zeigt, wie die beiden zur Composition des Eiweissmoleküls nöthigen Classen von Körpern, die Kohlehydrate und die Salze, die den Schwefel und den Stickstoff liefern, in den Zellen der nächsten Umgebung der Siebröhren stets vorhanden sind. Für die Lieferung der Kohlehydrate nimmt er hierbei die Stärkescheiden in Anspruch.

In demselben Sinne entstand so für eine Untersuchung des Siebröhrenverlaufes in den Blättern die Frage, ob sich vielleicht in einzelnen Fällen eine besondere Annäherung der Siebröhren an das Assimilationsparenchym zeigen lasse.

Eine Beantwortung der von de Bary gestellten Frage nach der Verbreitung der Siebröhren in den Laubausbreitungen schien

[1]) de Bary, Vergl. Anatomie. S. 208.
[2]) Ibid. S. 447.
[3]) Sachs, Vorlesungen. S. 392.

demnach in mancherlei Beziehung von einigem Interesse zu sein, und dieser Umstand mag die Inangriffnahme einer darauf gerichteten Untersuchung rechtfertigen. Die Resultate derselben sollen in Folgendem mitgetheilt werden.

Allen Siebröhren-Untersuchungen hat von Alters her stets die Familie der *Cucurbitaceen* das beste Material geliefert. Auch die Siebröhren der Blätter waren bei den von mir untersuchten Gattungen dieser Familie der Beobachtung leichter zugänglich, während bei Pflanzen aus anderen Familien sich die Schwierigkeiten so häuften, dass es mir bisher leider nicht gelang, genauere Resultate in Bezug auf diese zu erzielen.

Da die Siebröhren von *Ecballium agreste* am Genauesten untersucht werden konnten, so sei deren Beschreibung hier vorangestellt.

Es mag hier kurz daran erinnert werden, dass die sämmtlichen Blattspurbündel aller untersuchten *Cucurbitaceen* bicollateral gebaut sind.

Ecballium agreste.

Es war ein glücklicher Zufall, dass von dieser Pflanze zuerst Blätter untersucht wurden, die der im freien Lande stehenden Pflanze im November entnommen waren, denn die Siebröhren derselben befanden sich in einem Zustande, der der Beobachtung des Verlaufes dieser Organe besonders günstig war und der meines Wissens bisher noch nicht beschrieben worden ist.

Aus den zahlreichen Arbeiten über Stengelsiebröhren ist bekannt, dass den Platten in den meisten Fällen ein mehr oder minder hoher Pfropf eines sehr consistenten Schleimes aufliegt, und zwar erfüllt diese Substanz meist nur das eine Ende des Siebröhrengliedes, seltener beide. Das noch übrige Lumen ist mit dünnflüssigem, durchsichtigem Inhalt erfüllt.

Dagegen sind aber die Siebröhren der meisten Bündel jener herbstlichen Blätter von *Ecballium*, wie schon oberflächliche Untersuchung lehrt, mit solchem Schleim so vollkommen erfüllt, dass überhaupt kein mit dünnflüssigem Inhalt erfülltes Lumen übrig bleibt. Dieser Schleim gleicht nach dem äusseren Aussehen völlig dem in den Stengelsiebröhren und zeigt auch alle bisher auf letzteren angewendeten, mikrochemischen Reactionen.

Die Siebröhren der Blattstiele und Stengel des gleichen Materials enthielten dagegen nur die längst bekannten, das Ende des Siebröhrengliedes erfüllenden Schleimpfröpfe. Während der Sommermonate und auch noch im October sind die in Rede stehenden Organe der Blätter von *Ecballium* wenigstens in den schwächeren Bündeln durchaus frei von Schleim und nur mit wässerigem Inhalt erfüllt. Nur die Siebröhren der stärkeren Bündel zeigten zu dieser Zeit kleine Quantitäten Schleim auf den Siebplatten aufgelagert.

Obwohl mir die Gründe und die Bedeutung der auffallenden Erscheinung, dass die Siebröhren aus Blättern von *Ecballium* im Spätherbst [1]) so grosse Schleimmengen enthalten, noch völlig unbekannt sind, will ich doch der Kürze wegen und mit Rücksicht darauf, dass ich dies bisher nur im Spätherbst beobachtete, diesen Zustand der Siebröhren in der Folge stets als den herbstlichen bezeichnen.

Um nun den Verlauf der Siebröhren über grössere Strecken der mikroskopischen Beobachtung zugänglich zu machen, genügte es, Stücke jener herbstlichen Blätter mit Kalilauge zu behandeln und dann die Epidermis zu entfernen. Bei dieser Behandlung wird der Schleim der Siebröhren zu einer glänzenden Masse; dem Drucke dieser quellenden Substanz gibt die Wandung des Siebröhrengliedes in der Richtung der Axe des Rohres leichter nach, wie es scheint, als in der dazu senkrechten Richtung. Da sich die Siebröhre aber nicht ungehindert strecken kann, biegt sie sich häufig unter dem Einflusse der Kalilauge in Schlangenwindungen hin und her. Die Parenchymzellen werden, wie bekannt, bei dieser Behandlung, sehr durchsichtig und der Verlauf der schleimerfüllten Siebröhren ist nun leicht zu sehen. Ehe wir aber zur Beschreibung desselben übergehen, sei hier der Bündelverlauf im Blatte der *Cucurbitaceen* und der wenigen sonst noch kurz zu besprechenden Dicotyledonen kurz beschrieben. Die Gefässbündel sind in den Blättern dieser Pflanzen nach dem netzaderigen Typus angeordnet und diesen beschreibt de Bary [2]) wie folgt:

»Bei dem netzaderigen Typus sind die ins

---

[1]) Das in Rede stehende Material war der Pflanze im November 1882 entnommen; im gleichen Monat des folgenden Jahres fand ich dagegen nur wenige Blattsiebröhren mit Schleim ganz erfüllt.

[2]) Vergl. Anatomie. S. 315.

Blatt getretenen Bündel durch verschieden hohe Ordnungen verzweigt und die Zweige über die ganze Fläche ausgebreitet, nach verschiedenen Seiten gerichtet und theils zu polygonalen oder bogigen Netzmaschen verbunden, theils frei innen oder peripherisch endigend. Maschen höherer Ordnung sind in die der niederen Ordnungen eingeschlossen. Die randsichtigen Seiten sämmtlicher Maschen bilden mit einander einen dem Rande folgenden sympodialen Strang u. s. w. Die innen frei endenden Bündel entspringen als Zweige von den Seiten der Maschen und hören in dem von diesen umschlossenen Felde, oft nach abermaliger kurzer Verzweigung, auf.«

In den stärkeren, in vorspringenden Rippen verlaufenden Bündeln sind sehr zahlreiche Siebröhren enthalten, die sich in dem erwähnten Herbstmaterial meist mit Schleim ganz erfüllt erwiesen. Der Tracheentheil der randläufigen starken Bündel endigt blind an der Peripherie des Blattes, meist in Blattzähnen. Die nähere Untersuchung lehrt, dass die Siebröhren den Tracheentheil bis in das peripherische Ende begleiten und ebenfalls hier blinde Enden bilden, die auf gleicher Höhe mit den Enden der Tracheidenreihen, in die der Tracheentheil zuletzt gespalten ist, stehen. Ein ebenso getreues Abbild des Tracheenverlaufes boten die Siebröhren in den zarten, randläufigen Bündeln. Die Tracheentheile der letzteren setzen an den des sympodialen Randstranges rechtwinklig an, ohne darüber hinaus blinde, peripherische Enden zu bilden. In gleicher Weise setzen die Siebröhren der gegen den Rand laufenden zarten Bündel an die des sympodialen Randstranges rechtwinklig an.

In den inneren, zarten Bündelenden ist, wie oben nach de Bary citirt wurde, keine Siebröhre mehr nachzuweisen. In einigen Fällen habe ich dagegen an Flächenpräparaten gesehen, dass in solchen inneren Enden eine Siebröhre eine ganz kurze Strecke früher als die Tracheidenreihe blind endigte, doch scheint mir der häufigere Fall der zu sein, dass aus den die innersten Netzmaschen bildenden Bündelchen keine Siebröhre in die letzten blind endigenden Bündelzweige eintritt, dass also die Siebröhren meist keine blinden, inneren Enden bilden. Hiermit stimmen auch die unten noch zu beschreibenden, an Querschnitten gewonnenen Bilder jener inneren Bündelenden.

Die erwähnten, peripherischen Enden der Siebröhren sind am Ende geschlossen und zeigen keine Perforationen oder Poren. Das letzte Siebröhrenglied ist meist ebenso weit, wie die vorhergehenden, seltener ist es am Ende ein wenig enger.

Blinde peripherische Enden bilden sowohl die Siebröhren des unteren, als auch die des oberen Siebtheiles der starken bicollateralen Bündel.

Der herbstliche Zustand der Siebröhre von *Ecballium* bot auch Gelegenheit, die Art des Ansatzes der Siebröhren an einander an den Stellen, wo ein Bündel von einem anderen abzweigt, zu untersuchen. de Bary[1]) bemerkt darüber, dass dieser Ansatz dem der Gefässe ähnlich zu geschehen scheine.

Zunächst ist zu bemerken, dass in allen sicher zu beobachtenden Fällen, in den Blättern von *Ecballium* wenigstens, jede abzweigende Siebröhre mit einer Siebröhre des stärkeren Bündels in directer Verbindung steht. Das betreffende Glied der letzteren trägt an einer beliebigen Stelle der Längswand einen Fortsatz, dessen Inhalt mit dem des tragenden Gliedes in offener Communication steht[2]); an seinem anderen Ende trägt der Fortsatz eine in gewöhnlicher Weise quergestellte Siebplatte, und durch diese ist die Verbindung mit dem folgenden Gliede, dem ersten der abzweigenden Siebröhre, hergestellt.

Die Lage der Insertionsstelle des Fortsatzes, seine Länge und der Winkel, den er mit dem tragenden Gliede einschliesst, variiren sehr. Manchmal entspringt gerade in der Mitte eines Gliedes ein Fortsatz und dann kommt oft ein regelmässig dreiarmiges Siebröhrenglied zu Stande, welches am Ende jedes Armes eine Siebplatte führt.

Da jede Siebröhre die directe Fortsetzung eines gleichnamigen Organes eines stärkeren Bündels ist, stehen zunächst alle unteren Siebtheile unter sich und alle oberen unter sich in directem Zusammenhange. Ausserdem finden sich aber, namentlich in stärkeren Bündeln ziemlich häufig, Anastomosen zwischen den Siebröhren des oberen und denen des unteren Siebtheiles. Es illustrirt diese Erscheinung wiederum das Bestreben der Pflanze, ihre Siebröhren unter einander in Verbindung zu setzen, worauf schon Wilhelm bei Gelegenheit der Beschreibung der

---

1) Vergl. Anatomie. S. 404.

2) Siehe z. B. Fig. 8*c*.

von ihm entdeckten Markstrahlsiebröhren hinwies.

An den Auszweigstellen schwächerer Bündel findet, wie eben beschrieben wurde, eine Gabelung der Siebröhren statt; der eine Zweig verbleibt in dem stärkeren Bündel, der andere tritt in das schwächere ein.

Solche Gabelungen kommen aber in dem Verlaufe der Siebröhren auch ohne Beziehung zu einem Seitenbündel vor, sowohl im Innern des Blattes, als an den peripherischen Enden der starken Bündel. An der letzteren Stelle wurde beobachtet, dass einem Siebröhrengliede zwei mit je einer Siebplatte inserirte und andererseits blind endigende Glieder aufsassen. Umgekehrt kommt es vor, dass zwei getrennt neben einander laufende Siebröhren in dem peripherischen Ende des Bündels mit je einer Siebplatte an ein einziges Glied ansetzen, welches andererseits blind endigt.

Nachdem wir die mit Hülfe jenes herbstlichen, günstigen Zustandes der Siebröhren beobachteten gröberen Verhältnisse des Verlaufes dieser Organe, den Ansatz derselben an einander und ihre peripherischen Enden beschrieben haben, wenden wir uns zur feineren Anatomie der zarten Bündelchen und wollen festzustellen versuchen, wo die Grenze liege zwischen Strängen, die noch Siebröhren führen, und solchen, die keine mehr haben.

Ueber die Lage der in Rede stehenden zarten Bündelchen im Parenchym des Blattes stellt de Bary[1]) folgende allgemeine Regel auf:

»Für die nicht in vorspringenden Rippen liegenden Bündel gilt als Regel, dass sie dicht inner- oder unterhalb der Innengrenze der zur Blattfläche senkrechten chlorophyllreichen Pallisadenzellen oder Zellenreihen, nicht in diesem Gewebe liegen. Also bei den bifacialen Blättern in dem Schwammparenchym, da, wo dieses an die Pallisadenschicht grenzt u. s. w.

Ausnahmen von dieser Regel sind mir für bifaciale Blätter nicht bekannt.«

Die nähere Untersuchung der Blätter von *Ecballium* lehrte jedoch, dass die feinen Bündel hier nicht nach jener Regel angeordnet sind. Man bemerkt auf dem senkrechten Durchschnitt dieser Blätter an der Oberseite zwei Schichten von ganz gleich entwickelten Pallisadenzellen; an diese schliesst sich dann ein mehrschichtiges Schwammparenchym an. Die feinen Bündel aber liegen zum grösseren Theil eingeschlossen zwischen die Pallisadenzellen der zweiten Schicht und nur ihr unterer Siebtheil ragt in das Schwammparenchym hinein. Es erscheint zweckmässig, die Anordnung der einzelnen Elemente eines solchen Bündelchens zunächst an dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel zu beschreiben. Mit diesem Querschnittsbild sei dann der in Fig. 7 dargestellte Längsschnitt eines gleich starken Bündels verglichen.

Der Tracheentheil der betreffenden Bündel zeigt zwei Gefässe. Oberhalb derselben bemerkt man der Unterseite der Pallisadenzelle der obersten Schicht dicht anliegend zwei Zellen mit annähernd kreisrundem Querschnitt und mit schon dem äusseren Ansehen nach von der der umgebenden Parenchymzellen abweichender Membranbeschaffenheit. Die Vergleichung mit dem Längsschnitt zeigt, dass diese beiden Zellen eine Siebröhre mit ihrer Geleitzelle sind.

Der Raum zwischen diesen und der oberen Trachee wird ausgefüllt von einer Reihe von parenchymatischen Zellen, die auf dem Querschnitt meist durch den Druck der benachbarten Zellen der zweiten Pallisadenschicht abgeplattet erscheinen; die auf dem Längsschnitt hervortretende Form der in Rede stehenden Zellen ist die rechteckige; die Wände, mit denen jede dieser Zellen an eine gleichnamige grenzt, stehen also rechtwinklig zur Längsaxe des Bündels. Wie die Fig. 7 zeigt, sind die Glieder der auf dieser Zellreihe liegenden Siebröhre sehr regelmässig doppelt so lang als die darunter liegenden parenchymatischen Zellen. Letztere führen wasserhellen Inhalt, in dem man manchmal spärliche Chlorophyllkörner bemerkt.

Unterhalb der beiden Tracheen sieht man auf dem Querschnitt eine Gruppe sehr enger Zellen umgeben von einer einfachen Lage aus solchen mit grösserem Durchmesser. Die aus engen Elementen bestehende Gruppe enthält jedenfalls Siebröhren; ob darin aber auch noch andere als solche und Geleitzellen enthalten sind, ist mir bisher leider nicht klar geworden.

Die weiteren, peripherischen Zellen sind in der Richtung der Längsaxe des Bündels langgestreckt; die Querwände stehen rechtwinklig zu der genannten Richtung. Das

[1]) Vergl. Anatomie. S. 317. §. 92.

Merkwürdigste an diesen Zellen ist aber ihr Inhalt.

Untersucht man nämlich Blätter von *Ecballium*, die der Pflanze im Sommer entnommen sind, so fallen sofort die peripherischen Zellen des unteren Siebtheiles ihres dichten, schaumigen Inhaltes wegen auf, der sowohl dem äusseren Ansehen nach, als auch nach den Färbungen, die er auf Zusatz von Jod oder von Zucker und Schwefelsäure annimmt, dem oft beschriebenen schleimigen Inhalt der Stengelsiebröhren ähnlich zusammengesetzt zu sein scheint. Ausserdem bemerkt man in diesen peripherischen Zellen sehr häufig auch einen grossen Zellkern. Manchmal sind alle Zellen, die, wie beschrieben wurde, die Gruppe zarter Zellen im unteren Siebtheil umgeben, mit dichtem Inhalt erfüllt, oft aber auch nur die beiden, die der unteren Grenze der Zellen der zweiten Pallisadenschicht zunächst liegen; sie sind in Fig. 2 durch Schraffirung ausgezeichnet.

In jenem oben erwähnten November-Material führten die besagten Zellen nur wässerigen Inhalt, dagegen waren die Siebröhren der meisten Bündel vollständig mit dichtem Schleim erfüllt. Umgekehrt sind im Sommer die peripherischen Zellen des unteren Siebtheiles mit dichtem Inhalt erfüllt, die Siebröhren aber enthalten nur wässerigen Saft.

Die den oberen Siebtheil bildende Röhre war in dem oben beschriebenen Bündel rings herum von Parenchymzellen umgeben. In dem in Fig. 2 in der Querschnittsansicht dargestellten Strang führt der obere Siebtheil zwei Siebröhren; jede derselben ist auch hier vollkommen von parenchymatischen Zellen umgeben und zwar auf die Weise, dass die obere der beiden Siebröhren der Unterseite der Pallisadenzellen der oberen Schicht dicht anliegt, die untere aber sowohl von der oberen Siebröhre, als von dem Tracheentheil durch eine Reihe von weiten Parenchymzellen getrennt ist.

Als seltener Ausnahmefall wurde auch einmal beobachtet, dass zwei Siebröhren in einem oberen Siebtheil dicht neben einander lagen.

Die beschriebenen, sehr zarten Bündelchen enthalten also noch deutliche Siebröhren und sind bicollateral gebaut. Von diesen Strängen zweigen nun die sogenannten inneren Bündelenden ab, die zuletzt aus mehreren Reihen kurzer, dicker Tracheiden bestehen. de Bary sagt an der oben citirten Stelle, dass in diesen inneren Bündelenden keine Siebröhren mehr nachzuweisen seien und auch ich habe in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle bei *Ecballium* an diesen Stellen keine gefunden. Nur an zwei solchen Enden habe ich, wie oben schon erwähnt, in einem Flächenpräparat Siebröhren gesehen, die eine kurze Strecke früher als die Tracheidenreihe blind endigten. Auf senkrechten Durchschnitten der Blätter habe ich in diesen Enden nie Siebröhren gefunden. Dagegen waren diese blind endigenden Tracheidenreihen bei *Ecballium* stets von den zarten Zellen begleitet, die de Bary angibt, und es bot sich daher hier Gelegenheit, deren Natur näher zu untersuchen. Sowohl die äussere Form, als auch die Beschaffenheit der Membran und des Inhaltes beweisen, dass diese Zellen von denen nicht verschieden sind, welche soeben als peripherische Zellen des unteren Siebtheiles zarter Bündelchen ausführlich beschrieben wurden. Uebrigens zeigen aber auch glückliche Schnitte, welche ein inneres Bündelende im Längsschnitt trafen und ausserdem das Bündel, von welchen jenes abzweigte, im Querschnitt enthalten, leicht den directen Zusammenhang jener »zarten Zellen« mit den peripherischen der unteren Siebtheile[1]. Dementsprechend sind diese die blind endigende Tracheidenreihe begleitenden Zellen, die an dieser Stelle meist in einer, seltener in mehreren Reihen auftreten, im Sommer ebenfalls mit schaumigem, eiweissartigem Inhalt dicht erfüllt; sie endigen auf gleicher Höhe mit der Tracheidenreihe blind und ihre letzte Querwand legt sich an die nächste grüne Parenchymzelle an. Auch in diesen Bündelenden führen die in Rede stehenden Zellen häufig grosse Zellkerne.

Schliesslich bemerkt man häufig zarte Bündelchen, die ausser zwei oder drei Spiraltracheen nur noch einige Reihen der eben besprochenen Zellen mit dichtem Inhalt enthalten, aber keine Siebröhren mehr führen. Es ist danach sehr schwer, eine bestimmte Grenze anzugeben, welche Bündelchen noch Siebröhren führen und welche nicht mehr. Jedoch glaube ich, auch nach Erfahrungen an Flächenpräparaten aus dem bekannten Herbstmaterial, der Wahrheit nahe zu kommen, wenn ich annehme, dass die Bündelchen, welche die innersten Netzmaschen bilden, ziemlich überall noch Siebröhren führen,

---

[1]) Fig. 5.

dass aber diejenigen Stränge, welche, von den Netzmaschen ausgehend, »in dem von diesen umschlossenen Felde oft nach abermaliger Verzweigung blind endigen«, im Allgemeinen ohne Siebröhren sind.

Im Vergleich mit den übrigen untersuchten *Cucurbitaceen* ergab das Studium der Blattsiebröhren von *Ecballium* immerhin noch die klarste Einsicht in den Verlauf und die Endigungen derselben. Jedoch scheinen auch die an einigen anderen *Cucurbitaceen* gesammelten Erfahrungen zu genügen, um zu beweisen, dass der Siebröhrenverlauf in diesen Blättern mit demjenigen in der Laubausbreitung von *Ecballium* in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt.

Cucumis perennis, *Cucurbita Pepo* L., *Cucumis sativus* L., *Bryonia dioica* Jacq.

Die Anordnung des Pallisadengewebes und die Orientirung der zarten Bündelchen in demselben ist bei *Cucumis perennis* ganz die gleiche, wie bei *Ecballium*. Blattquerschnitte aus beiden Pflanzen sehen einander zum Verwechseln ähnlich. Die Zellen der zweiten Pallisadenschicht sind also auch hier ebenso lang, wie die der ersten. Ueber die Anordnung der Elemente der zarten noch Siebröhren führenden Bündel und der inneren Bündelenden habe ich nichts hinzuzufügen; die Beschreibung der betreffenden Verhältnisse bei *Ecballium* passt Wort für Wort auch für *Cucumis perennis*. Meist ist auch hier die oberste Siebröhre der unteren Seite der darüber liegenden Pallisadenzelle dicht angeschmiegt, allein es kommt hier sowohl wie bei *Ecballium* auch vor, dass zwischen der Siebröhre und der Pallisadenzelle eine in der Richtung der ersteren gestreckte und mit reichlichem Chlorophyll versehene Zelle liegt[1]). Schleimigen Inhalt habe ich in den Siebröhren der zarten Bündel weder bei *Cucumis perennis* noch in den Blättern einer der drei anderen untersuchten *Cucurbitaceen* bemerkt. In den Siebröhren der starken Bündel finden sich dagegen überall häufig Schleimbelege auf den Platten. Die peripherischen Zellreihen der unteren Siebtheile und deren letzte Ausläufer in den inneren Bündelenden waren in den Blättern von *Cucumis perennis* im Sommer, wie bei *Ecballium*, mit schaumigem Schleime dicht erfüllt.

Das Pallisadengewebe von *Cucurbita Pepo* und *Cucumis sativus* besteht ebenfalls aus zwei Schichten; jedoch sind zum Unterschied von den bisher besprochenen Blättern die Zellen der zweiten Schicht sehr erheblich kürzer als die der ersten, obersten. Trotzdem sind auch hier die zarten Bündelchen zwischen diese Zellen der zweiten Schicht eingeschaltet und die Siebröhre des oberen Siebtheils kommt so in directe Berührung mit den Zellen der obersten Schicht; diese Siebröhre ist von dem Tracheentheil, wie bei *Ecballium*, durch parenchymatische Zellen getrennt. Die centrale Gruppe zarter Zellen im unteren Siebtheil ist hier ebenfalls von peripherischen, weiteren Zellen umgeben, die auch die letzten Tracheiden der inneren Bündelenden bis zuletzt begleiten. Bezüglich des Inhaltes dieser Zellen war die Untersuchung der Blätter von *Cucurbita Pepo* in verschiedenen Monaten lehrreich. In den grossen kräftigen Blättern, die die Pflanzen im Hochsommer bilden, sind die in Rede stehenden Zellen nicht minder mit schaumigem Inhalt erfüllt, als die der oben beschriebenen Blätter von *Ecballium*. Untersucht man dagegen kleine schwächliche Frühjahrsblätter, so führen jene Zellen nur wässerigen Inhalt; dieselbe Erscheinung zeigten Blätter eines in einem dunklen Raum gewachsenen Kürbiszweiges.

Demnach scheint dieser sehr eiweissreiche Inhalt nur den betreffenden Zellen solcher Blätter zuzukommen, die sich in günstigen Assimilationsbedingungen befinden.

Die zarten Bündelchen sind auch bei *Bryonia dioica*, soweit sie überhaupt noch Siebröhren führen, bicollateral gebaut. Da aber das Blatt nur eine Pallisadenschicht hat, so liegen die Bündelchen unter derselben im Schwammparenchym, dessen nächstgelegene Zellen lückenlos aneinanderschliessend eine Parenchymscheide um das Bündel bilden; jedoch umschliesst häufig diese Scheide das Bündel nicht vollkommen, sondern die Siebröhre des oberen Siebtheils verläuft hart an der Unterfläche der Pallisadenschicht; der andere Fall, dass die Siebröhre von den Pallisadenzellen durch eine in der Richtung der Siebröhre gestreckte Zelle getrennt ist, kommt ebenfalls oft zur Beobachtung. Diese Siebröhre ist gewöhnlich vom Tracheentheil durch parenchymatische Elemente getrennt; nur einmal habe ich, soweit nach dem Querschnitt zu urtheilen war, gesehen, dass die Siebröhre der Trachee direct benachbart war.

Der untere Siebtheil zeigte keine Abwei-

[1]) Fig. 3.

chungen von dem der beschriebenen Pflanzen und die eiweissführenden, begleitenden Zellen hörten auch hier meist auf gleicher Höhe mit der Tracheidenreihe der inneren Bündelenden auf.

Im Ganzen eignet sich *Bryonia* nicht besonders zur Untersuchung aller dieser Verhältnisse, da die Siebröhren sehr eng und das Parenchym des Blattes sehr unregelmässig angeordnet sind.

Zur Vergleichung mit den bisher betrachteten Laubblättern will ich hier einige an Cotyledonen von *Cucurbita Pepo* bezüglich der Siebröhren gemachte Beoabchtungen anschliessen.

Die Reservestoffe des Samens von *Cucurbita* sind bekanntlich in den Zellen der Cotyledonen enthalten. Die Lebensaufgabe dieser Organe ist jedoch, nachdem die Pflanze diese ihre erste Nahrung verbraucht hat, noch nicht erfüllt; die Cotyledonen vergrössern sich vielmehr unter Ergrünung erheblich und dienen der Pflanze noch lange Zeit als Assimilationsorgane. Erst nach Wochen, wenn die Pflanze schon mehrere ausgewachsene Laubblätter besitzt, welken die Cotyledonen und fallen ab.

Bei der Keimung schreitet die weitere Differenzirung der Gefässbündel, deren Elemente im ruhenden Cotyledon sich in meristematischem Zustande befanden, schnell vorwärts. So findet man schon wenige Tage nach der Aussaat ausser einigen fertigen Tracheen auch an der Peripherie der stärkeren Bündel einige sehr enge, aber vollkommen ausgebildete Siebröhren, denen bald solche mit grösserem Durchmesser folgen.

In diesem Stadium der Gewebeausbildung, zu einer Zeit also, wo die Wegführung der Reservestoffe aus den Cotyledonen in vollem Gange war, habe ich mehrfach diese weiten Siebröhren in einem Zustande beobachtet, der dem oben beschriebenen dieser Organe in den herbstlichen Blättern von *Ecballium agreste* vollkommen gleicht. Diese Siebröhren waren also auch hiermit homogenem, eiweissartigem Schleim völlig ausgefüllt und die Siebporen dabei wegsam.

Dieser Zustand der Siebröhren der Cotyledonen scheint mir jedoch kein normaler zu sein; der Umstand, dass ich solche Siebröhren nur in Cotyledonen fand, die aus im Winter im Zimmer gehaltenen Aussaaten stammten, während ich in solchen aus Sommeraussaaten bisher nur Siebröhren mit wässerigem Inhalt fand, führt mich zu der Annahme, dass diese Ansammlung des Schleimes in den Siebröhren abhängig ist von der Ungunst der Vegetationsbedingungen, unter deren Einfluss diese Keimpflanzen im Winter standen, und deren Wirkung sich auch in dem Aussehen der ganzen Pflanzen nur zu deutlich aussprach.

Jedenfalls aber war dieser Zustand, sei er nun normal oder nicht, günstig, um die peripherischen Enden der Gefässbündel zu untersuchen, und es zeigte sich, dass auch in den Cotyledonen die Siebröhren in gleicher Höhe mit den Tracheen der starken Bündel peripherisch blind endigen.

Die herangewachsenen Cotyledonen sind, wie der Querschnitt zeigt, zusammengesetzt aus drei bis vier unter der oberen Epidermis liegenden Schichten Pallisadenzellen und dem ungefähr zwanzig Zellschichten starken Schwammparenchym.

Die grosse Weichheit des Gewebes erschwert hier die Untersuchung der zarten Gefässbündelchen sehr, jedoch ist so viel wenigstens leicht zu beobachten, dass die zartesten noch Siebröhren führenden Bündel auch hier zwischen die Zellen der untersten Pallisadenschicht eingeschaltet liegen und dass sie bicollateral gebaut sind. Die weite Siebröhre des oberen Siebtheils grenzt auch hier meist direct an die Unterseite der Zellen der nächsten Pallisadenschicht, seltener liegt dazwischen eine gestreckte grüne Zelle. Zwischen dieser Siebröhre und der obersten Trachee sind parenchymatische Elemente eingeschoben. Der untere Siebtheil dieser Bündel weicht in der Anordnung seiner Elemente nicht von dem der Laubblätter von *Cucurbita* ab, jedoch habe ich die gestreckten peripherischen Zellen in den Cotyledonen bisher nicht mit auffallend eiweissreichem Inhalt beobachtet.

Die Siebröhren der zarten Bündel waren auch hier in den völlig ausgewachsenen Cotyledonen nur mit wässerigem Inhalt erfüllt, die der starken Bündel führten häufig Schleimbelege auf den Platten.

Schliesslich wurden die Siebröhren der starken Bündel auch in solchen Cotyledonen untersucht, die bereits vertrocknet waren, was, wie oben bemerkt, regelmässig eintritt, nachdem die Pflanze eine Anzahl Laubblätter gebildet hat. Zu dieser Zeit sind die Schleimbelege aus den genannten Siebröhren verschwunden und die Siebplatten haben sich

in sehr auffallender Weise mit mächtigen Calluslagen bedeckt; manche dieser letzteren sind noch von Verbindungssträngen durchsetzt. Ganz die gleichen Vorgänge wurden auch an den Siebröhren der Stengel und Blüthenstiele einer im Topf in's Dunkle gestellten Kürbispflanze beobachtet.

Nach geraumer Zeit, ungefähr nach fünf Wochen, war der Schleim aus diesen Röhren verschwunden und die Platten waren von dicken Calluspolstern eingehüllt. Diese massenhafte Vermehrung des Callus wird im Vergleich mit den erwähnten Versuchen über das periodische Auftreten dieser Substanz in vielen Bastsiebröhren einiges Interesse verdienen. Die Siebröhren des Bastes von *Vitis*, *Tilia* und vielen anderen Pflanzen werden periodisch im Herbste entleert und dann für die Dauer der Vegetationsruhe durch Callus verschlossen. Auch in den vertrockneten Cotyledonen und etiolirten Kürbisstengeln hat die Entleerung der Siebröhren massenhafte Callusbildung zur Folge.

Andererseits hat Wilhelm[1]) die Ansicht aufgestellt, der Callus sei ein Reservestoff, weil *Vitis* wenigstens das Bestreben zeige, aus Siebröhren, die ausser Wirksamkeit treten, den Callus fortzuschaffen. Dagegen scheine einjährigen Pflanzen dies Bestreben zu fehlen. Letzteres wird durch die mitgetheilte Erfahrung an den Cotyledonen von *Cucurbita Pepo* bestätigt.

Es ist mir bisher leider nicht gelungen, in den zarten Bündeln der Laubausbreitungen von Pflanzen aus anderen Familien, als der der *Cucurbitaceen*, Siebröhren mit Sicherheit zu erkennen. Jedenfalls tritt der Auffindung dieser Organe ausser der Kleinheit der Siebplatten auch der Umstand hindernd in den Weg, dass auch bei anderen Pflanzen in den zarten Bündeln der Blätter die charakteristischen Schleimbelege und sonstigen direct sichtbaren Inhaltsbestandtheile der Stengelsiebröhren fehlen. Einige Beobachtungen über das Vorkommen von Siebtheilen in zarten Bündeln und über die Anordnung dieser Bündel im grünen Parenchym bestätigen allerdings meist nur bekannte Thatsachen; zur Vergleichung mit den *Cucurbitaceen* sei es jedoch gestattet, die Resultate dieser Beobachtungen hier kurz zusammenzufassen.

[1]) l. c. S. 49.

Ausser der eben genannten Familie zeigen, wie bekannt[1]), auch eine Reihe von anderen Pflanzen im Stengel bicollateral gebaute Gefässbündel. Zwei von diesen, nämlich *Gentiana lutea* L. und *Asclepias Cornuti*, wurden in Folge dessen hinsichtlich des Baues ihrer zarten Blattgefässbündel untersucht. Es zeigte sich, dass nur die in Wassergewebe verlaufenden starken Stränge der Blätter beider Pflanzen noch einen oberen Siebtheil, so weit dies die Querschnittsansicht des Bündels zu beurtheilen gestattet, haben, die zarteren im grünen Gewebe liegenden Bündel zeigen keine Spur eines solchen, sind also nach dem einfach-collateralen Typus gebaut.

Es wird hierdurch von Neuem bewiesen, dass die *Cucurbitaceen* hinsichtlich der Ausbildung des Siebröhrenapparates auf besonders hoher Stufe stehen; vor anderen Pflanzen mit bicollateralen Bündeln haben sie den Vorzug, dass auch die zartesten Bündel noch durch einen oberen Siebtheil verstärkt sind.

Sowohl bei diesen beiden eben besprochenen Pflanzen, wie bei *Euphorbia Lagascae*, *Ampelopsis* und einigen anderen, scheinen sich die unteren Siebtheile ebenso weit in die letzten Verzweigungsordnungen der Bündel zu erstrecken, wie dies für die untersuchten *Cucurbitaceen* angegeben wurde.

Die oben beschriebenen peripherischen Zellen der unteren Siebtheile sind wohl allgemeiner verbreitet. Auf dem Querschnitt treten sie z. B. bei *Euphorbia* und *Lupinus* deutlich hervor; mit eiweissreichem Inhalt habe ich sie jedoch nur bei den *Cucurbitaceen* auffallend erfüllt gesehen. Die inneren Bündelenden begleiten sie hier, wie es scheint, nicht immer bis zuletzt; meist liegt die letzte Tracheidenreihe frei im grünen Parenchym; letzteres umgibt sowohl die inneren Bündelenden, wie überhaupt alle im grünen Parenchym verlaufenden Bündel als eine aus lückenlos schliessenden Zellen bestehende Scheide, wie dies de Bary schon beschreibt. Die Orientirung dieser Bündel geschieht bei allen diesen Pflanzen nach der Regel, die oben angegeben wurde; nur die *Cucurbitaceen* bilden demnach eine Ausnahme davon.

Der Bündelverlauf in den Blättern einiger untersuchter *Monocotyledonen* war nach dem streifigen Typus angeordnet; die betreffenden Species waren *Zea Mays*, *Arundo Donax*,

[1]) de Bary, Vergl. Anatomie. S. 352.

Phragmites communis, *Iris pumila*, *Allium Cepa*.

Alle longitudinalen Bündel hatten noch einen Siebtheil. Ein Querbündel von *Zea* bildet de Bary[1]) ab und die meisten mir zu Gesicht gekommenen Bündelchen bestanden dieser Abbildung entsprechend nur aus Tracheiden. Einige Male habe ich aber gesehen, dass ein gestrecktes Element des Siebtheils des longitudinalen Bündels auch in das Querbündel eintrat. Es besass eine glänzende Membran und eine senkrecht zur Richtung des Querbündelchens gestellte Querwand; ob letztere die Eigenschaften einer Siebplatte hatte, war nicht zu entscheiden. Bei *Arundo* und *Phragmites* habe ich dergleichen Zellen in den Querbündeln nicht gesehen, sondern nur Tracheen, denen manchmal einige Zellen benachbart waren, die mir für Siebröhren zu zartwandig und zu weit erschienen; das Gleiche gilt von *Iris pumila*[2]). Eine solche Anastomose führte bei *Allium Cepa* zahlreiche gestreckte, eiweissreichen Inhalt habende Zellen, an denen ich Siebröhrenstructur nicht fand.

Zusammenfassung.

1. An der Peripherie des Blattes endigen sowohl die Tracheen, als auch die Siebröhren der starken Bündel blind.

Die Tracheen der zarten, gegen den Blattrand verlaufenden Bündel setzen rechtwinklig an die des sympodialen Randstranges an und bilden hier keine blinden Enden; ebenso verhalten sich die Siebröhren.

Im Innern des Blattes treten in die letzten, frei endigenden Bündelverzweigungen meist keine Siebröhren ein.

2. Die Siebröhren der Netzmaschen bildenden Bündel setzen allseitig direct an einander an und bilden keine blinden Enden.

Siebröhrenanastomosen zwischen den oberen und unteren Siebtheilen besonders stärkerer Bündel stellen die Communication zwischen beiden Siebröhrengruppen her.

Gabelungen von Siebröhren kommen im Verlaufe der Bündel auch ohne Beziehung zu abzweigenden Bündeln häufig vor.

Sämmtliche Siebröhrengruppen des Blattes sind demnach in directem Zusammenhange.

3. Die Siebröhren verlassen nie die nächste Nachbarschaft der Tracheen, wie dies die Milchröhren thun.

4. Alle Siebröhren der Blätter haben Geleitzellen; die Membranen zwischen ersteren und letzteren sind von zahlreichen Poren[1]) durchsetzt.

5. Die Siebröhren der oberen Siebtheile aller zarten Bündel sind in den Blättern der untersuchten *Cucurbitaceen* von grünen Parenchymzellen rings umgeben und liegen der Membran der Pallisadenzellen direct an. Im Sinne der Sachs'schen Hypothese über die Eiweissbildung in den Siebröhren ist diese Orientirung als ein Vorzug der oberen Siebröhren aufzufassen, der denen der unteren Siebtheile fehlt. Diesen Vorzug besitzen nur die *Cucurbitaceen*, denn bei anderen untersuchten Pflanzen mit bicollateralen Stengelbündeln haben die zarten, im grünen Parenchym verlaufenden Stränge nur untere Siebtheile.

6. Eine ähnliche bevorzugte Stellung nehmen auch die peripherischen Zellen der unteren Siebtheile ein, die bei den untersuchten *Cucurbitaceen* dementsprechend sehr eiweissreichen Inhalt führen, sobald das Blatt in günstigen Assimilationsbedingungen sich befindet. Solchen Inhalt besitzen sehr häufig nur diejenigen dieser Zellen, deren Membran mit der der Pallisadenzellen in directer Berührung steht.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass auch in diesen Zellen Eiweiss entsteht.

7. Derartige Zellen begleiten stets die Tracheidenreihen der inneren Bündelenden bis zuletzt, wenigstens bei den untersuchten *Cucurbitaceen* und einigen anderen Pflanzen.

8. Die Siebröhren der zarten Stränge der *Cucurbitaceen* waren im Sommer stets nur mit dünnflüssigem Inhalt erfüllt und frei von Schleim; im November waren sie dagegen bei *Ecballium* fast allgemein durchaus voll Schleim. Die Gründe dieser Erscheinung blieben unbekannt.

Die gleiche Beschaffenheit zeigten die Siebröhren in Cotyledonen von *Cucurbita*, die aus Winteraussaaten stammten, zur Zeit der Wegführung der Reservestoffe.

9. Die Siebröhren normaler Weise vertrockneter Cotyledonen von *Cucurbita* waren

---

[1]) Vergl. Anatomie. Fig. 175.

[2]) Fig. 4.

[1]) Nach Beobachtungen an schleimerfüllten Siebröhren glaube ich, dass diese Poren wirklich zur Herstellung einer Communication zwischen Siebröhre und Geleitzelle dienen. Dagegen vergl. Wilhelm, l. c. S. 29, 42, 74.

nach dem Verschwinden der Schleimbelege durch mächtige Calluslagen verschlossen.

Ebenso verhielten sich die Stengelsiebröhren einer längere Zeit im Dunkeln gehaltenen Kürbispflanze.

Durch die Erfahrung an den vertrockneten Cotyledonen wird die Annahme Wilhelm's bestätigt, dass bei einjährigen Pflanzen der Callus aus den ausser Wirksamkeit getretenen Siebröhren nicht wieder weggeführt wird.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. *Ecballium agreste.*

Querschnitt eines der zartesten, noch Siebröhren führenden Bündel. *sr* Siebröhre mit Geleitzelle. *t* Tracheen. *p* peripherische Zellen des unteren Siebtheils.

Fig. 2. *Ecballium agreste.*

Querschnitt eines Bündels mit zwei Siebröhren im oberen Siebtheil, die von einander durch parenchymatische Zellen getrennt sind. Die Chlorophyllkörner liegen in den dem Bündel seitlich benachbarten Pallisadenzellen an den von dem Bündel abgekehrten Wänden; es ist dies eine häufige Erscheinung. Die beiden schraffirten Zellen des unteren Siebtheiles, die im Sommer häufiger als die anderen peripherischen mit eiweissreichem Inhalt erfüllt sind, liegen an der Unterseite der Pallisadenzellen der zweiten Schicht.

Fig. 3. *Cucumis perennis.*

Die Siebröhre des oberen Siebtheiles ist von der Pallisadenzelle der oberen Schicht ausnahmsweise durch eine grüne Zelle getrennt.

Fig. 4. *Iris pumila.*

Querschnitt eines Querbündels. Der rudimentäre Siebtheil besteht aus einigen zartwandigen, ziemlich weiten Zellen.

Fig. 5. *Cucumis perennis.*

Ein Siebröhren führendes Bündel im Querschnitt und ein davon abzweigendes inneres Bündelende im Längsschnitt. Letzteres enthält keine Siebröhren mehr, wohl aber eine eiweissführende gestreckte Zelle, die mit einer peripherischen des unteren Siebtheils des querdurchschnittenen, vollständigen Bündels in directem Zusammenhange steht.

Fig. 6. *Ecballium agreste.*

Aus einem der Pflanze im November entnommenen Blatt, dessen Siebröhren mit Schleim völlig angefüllt waren. Anastomose zwischen dem oberen und unteren Siebtheil nahe der Abzweigung eines starken Bündels aus einem anderen.

Fig. 7. *Ecballium agreste.*

Längsschnitt eines zarten Bündels. Verlauf der isolirten Siebröhre des oberen Siebtheiles und Form der zwischen dieser und dem Tracheentheil gelegenen Parenchymzellen. Mehrere Tracheen und der untere Siebtheil sind in der Zeichnung weggelassen.

Fig. 8. *Ecballium agreste.*

November-Material. *a* und *b*: Mit Schleim erfüllte peripherische Siebröhrenenden. *a* eine Röhre trägt zwei Endglieder; *b* zwei Röhren setzen an ein Endglied an, welches eine Siebplatte in der Longitudinalwand führte; *c* rechtwinkliger Ansatz einer Siebröhre an eine andere; *d* Gabelung einer Siebröhre.

Vita.

Am 8. November 1858 wurde ich, Alfred Koch, zu Erfurt als Sohn des Realschuldirektors Dr. Koch und dessen Ehefrau Therese geb. Liebig geboren. Zuerst besuchte ich die Realschule I. O. in Erfurt und erhielt das Maturitätszeugniss dieser Anstalt zu Michaelis 1877. Zwei Jahre später, Michaelis 1879, bestand ich sodann die Maturitätsprüfung in den Gymnasialfächern am Gymnasium zu Erfurt.

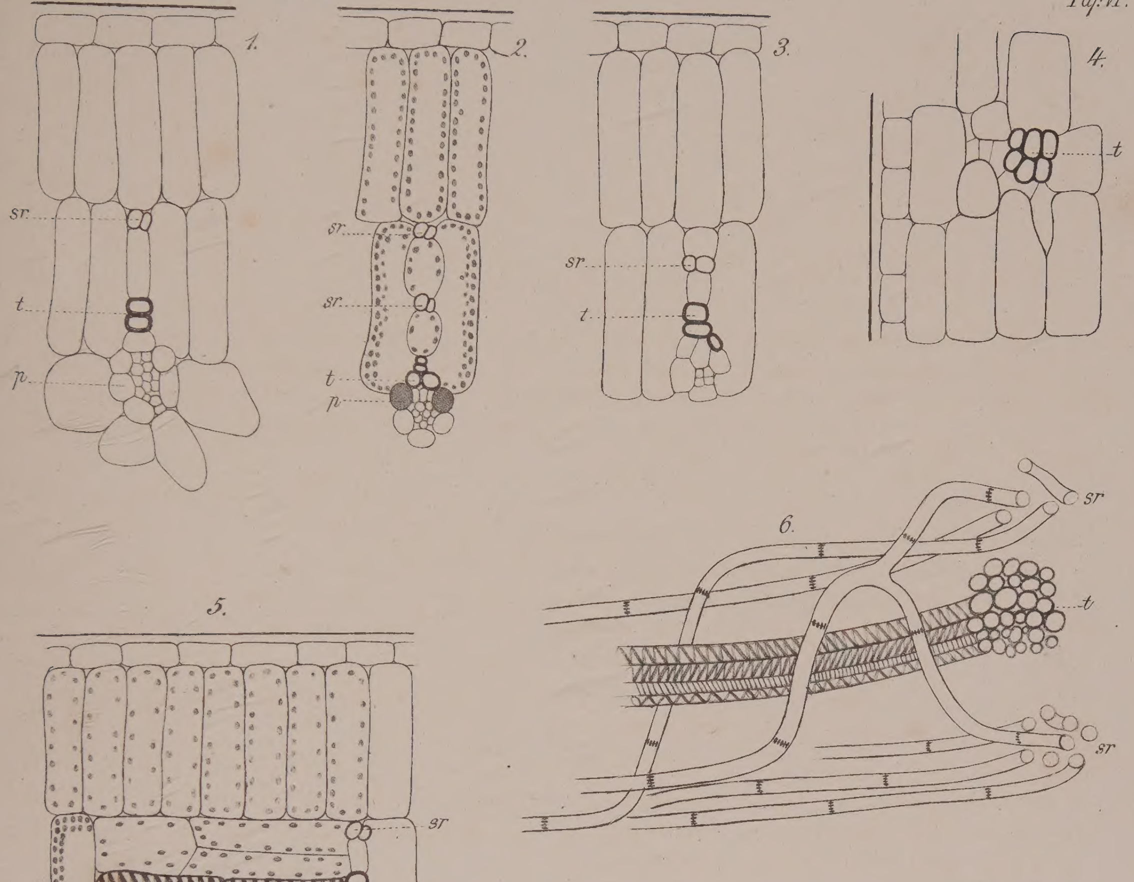
Am Anfang des Wintersemesters 1879/80 wurde ich an der Universität Strassburg immatrikulirt. Hier studirte ich zwei Semester und darauf die gleiche Zeit an der Universität Berlin.

Seitdem, also seit Beginn des Wintersemesters 1881 bis zum Schluss des Sommersemesters 1883, habe ich wiederum der Universität Strassburg ununterbrochen angehört.

Während dieser meiner Studienzeit hörte ich Vorlesungen in Berlin bei den Herren Professor Dr. Ascherson, Eichler, v. Gizycki, Hofmann, Kummer, Lotze, Paulsen, Schwendener, Wangerin, in Strassburg bei den Herren Professor Dr. de Bary, Benecke, Fittig, Groth, Kohlrausch, Kundt, Netto, Schmidt, Stahl, Wortmann, Zacharias.

Allen diesen Herren spreche ich hiermit für das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen herzlichsten Dank aus, ganz besonders aber meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. A. de Bary für die vielseitige Anregung und die Freundlichkeit, mit der er mich stets in meinen botanischen Studien unterstützt hat.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



A. Koch, del. C. F. Schmidt lith.